

Method and device for the control of congestion in sporadic exchanges of data packets in a digital transmission network

Method and device for the control of congestion in sporadic exchanges of data packets in a digital transmission network

Patent Number: ☐ US5757770
Publication date: 1998-05-26
Inventor(s): GRENOT THIERRY (FR); LAGOUTTE PIERRE (FR)
Applicant(s):: THOMSON CSF (FR)
Requested Patent: ☐ FR2725573
Application Number: US19950541704 19951010
Priority Number(s): FR19940012105 19941011
IPC Classification: H04L12/56
EC Classification: H04L12/56D1, H04Q11/04S2
EC Classification: H04L12/56D1 ; H04Q11/04S2
Equivalents: ☐ EP0707399, B1, IL115546

Abstract

The method enables the control of congestion in sporadic exchanges of packets of data in a digital transmission network. Each packet is formed by a header enabling it to be identified and to be guided through virtual channels and by a part containing information elements to be conveyed. The method includes detecting, at each node of the network, channels that are congested, and, on nodes upline with respect to each congested virtual channel detected, transmitting a congestion indicator to stop connections on the congested virtual channels so long as the congestion observed by a node on the congested virtual channels has not been cleared.



La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour le contrôle de congestion des échanges sporadiques de paquets de données dans un réseau de transmission numérique. Elle s'applique notamment à la réalisation de réseaux locaux fonctionnant dans le mode de transmission connue sous l'abréviation anglo-saxonne ATM de "Asynchronous Transfert Mode".

Dans un réseau fonctionnant en mode ATM, les informations numériques sont échangées entre des noeuds du réseau sous forme de paquets de bits de format fixe appelés "cellules". Chaque cellule se compose, d'une part, d'un entête servant à identifier la cellule et la communication à laquelle elle appartient et, d'autre part, d'un champ d'information contenant les données utiles à véhiculer. Les noeuds du réseau ont la charge d'aiguiller les cellules ATM appliquées à leurs entrées vers une ou plusieurs sorties.

Dans ces réseaux, les utilisateurs actifs, en cours de communication, se partagent la bande passante disponible selon différents modes de fonctionnement. Un premier mode est de réserver une portion de la bande passante à chaque utilisateur actif, qu'il émette ou non (réservation de débit crête, par exemple). Mais alors, la portion de bande réservée et non utilisée par les utilisateurs actifs qui n'émettent pas, ne peut pas être attribuée aux autres utilisateurs. Une autre façon de procéder est de ne pas réserver de ressources dans le réseau, celui-ci se chargeant de réaliser le multiplexage statistique des informations réellement transmises. Cependant, il est possible qu'à un instant donné, les utilisateurs émettent plus d'information que le réseau ne sait en écouler, ce qui se traduira par une perte d'une partie de ces informations (phénomène de congestion). Pour éviter que ce phénomène de congestion du réseau ainsi produit ne perturbe la totalité du réseau, un procédé de régulation connu sous l'abréviation anglo-saxonne ABR de "Available Bit Rate" peut être mis en oeuvre. Ce procédé permet le partage effectif de la bande passante disponible entre les utilisateurs actifs, en évitant la congestion du réseau.

Des mécanismes connus sous les abréviations anglo-saxonnes FECN et BECN de Forward Explicit Congestion Notification et Backward Explicit Congestion Notification sont alors appliqués. Ils permettent de blo-

quer les sources actives lorsque le réseau commence à ne plus pouvoir écouler tout le trafic qui lui est confié. Un mécanisme de déblocage associé permet d'éviter le blocage permanent de ces sources.

Cependant, dans certains cas d'anomalies, par exemple la
5 déconnexion des câbles de liaison, ou la défaillance des composants constituant les noeuds, il se peut que des sources ne reçoivent pas les informations de congestion et continuent d'émettre et donc de congestionner le réseau ; il se peut également que des sources bloquées ne reçoivent pas l'information de déblocage, et restent bloquées pendant un temps très long,
10 ce qui est préjudiciable aux applications qui l'utilisent.

Le but de l'invention est de pallier les inconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour le contrôle de congestion des échanges sporadiques de paquets de données dans un réseau de transmission numérique, chaque paquet étant composé d'un
15 entête permettant de l'identifier et de le guider à travers des canaux virtuels et d'une partie contenant des informations à véhiculer, caractérisé en ce qu'il consiste au niveau de chaque noeud du réseau à détecter les canaux en congestion et à transmettre, sur les noeuds placés en amont relatifs à chaque canal virtuel détecté en congestion, un indicateur de congestion pour
20 bloquer les communications sur ce canal tant que la congestion constatée par un noeud sur ce canal n'est pas résorbée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui représentent :

- 25 - la figure 1, un exemple pour illustrer une communication dans un réseau ATN ;
- la figure 2, le format d'un entête de cellule ATM ;
- la figure 3, un mode de réalisation d'un automate câblé pour la mise en oeuvre dans chaque noeud du réseau du procédé selon l'inven-
30 tion ;
- la figure 4, un exemple pour illustrer le principe d'une communication selon l'invention sur plusieurs noeuds en cascade.

Dans l'exemple de la figure 1, le chemin pris par une communication entre un utilisateur 2 et un terminal de données 3 est illustré par une
35 ligne en pointillés 1. Le chemin suivant la ligne 1 est formé par une mise en

cascade de noeuds de communications 4_1 à 4_N d'un réseau local ATM 5 communiquant entre eux sur des artères 6_j .

Les informations échangées sur les artères 6_j sont fournies par des paquets de bits de format fixe appelés "cellules". Chaque cellule se compose d'un champ d'information et d'un entête permettant d'identifier la cellule et notamment à la communication à laquelle elle appartient. Le rôle des noeuds 4_1 à 4_N est d'aiguiller les cellules arrivant sur leurs entrées vers une ou plusieurs de leurs sorties.

A cet effet, l'entête de chaque cellule comporte comme le montre l'exemple de la figure 2, quatre zones VPI, VCI, PTI et HEC réparties dans un bloc de 5 octets de 8 bits chacun et référencés de 7 à 11. Un octet et demi est réservé au codage du faisceau virtuel VPI auquel appartient la cellule.

Deux octets sont réservés au codage du canal virtuel VCI auquel appartient la cellule. La zone PTI comporte 4 bits dont l'usage n'est pas défini ici. Enfin la zone HEC comporte un octet réservé pour générer un code de contrôle d'erreur.

Chaque noeud comporte de la manière représentée à la figure 3, un circuit de brassage 12 du type de celui qui est décrit par exemple dans les demandes de brevet FR 2 635 243 ou FR 2 635 242. Le rôle du circuit de brassage 12 est d'aiguiller les cellules entrantes sur ses entrées e_1 — e_N sur les artères de sortie du noeud en fonction des informations VPI et VCI contenues dans chaque entête. L'aiguillage a lieu de façon connue et telle que décrite par exemple dans la demande de brevet 2 681 164 en utilisant un traducteur. Le traducteur donne pour chaque cellule un nouvel entête et une artère sortante en fonction de l'entête qu'elle possède à son entrée dans le noeud et de l'artère qui l'a véhiculée. Le circuit de brassage 12 est relié aux artères sortantes par l'intermédiaire de registres 13_1 à 13_N organisés en pile. Ces registres placent les cellules à transmettre sur chacune des artères sortantes S_1 — S_N du noeud dans une file d'attente. A cette fin, chaque file d'attente est organisée dans un registre 13_i suivant le mode "FIFO" de l'abréviation anglo-saxonne "FIRST IN FIRST OUT". Pour la mise en oeuvre de l'invention, les registres 13_i comportent de façon connue un capteur de remplissage à deux seuils, un seuil haut désigné par SH et un seuil bas désigné par SB.

Lorsque la hauteur de la file d'attente de l'une des directions de sortie du noeud atteint ou dépasse le seuil haut SH, pour chaque canal virtuel (identifié par exemple par le champ VCI des cellules qu'il transmet) sur lequel arrive une cellule, on positionne un indicateur de type booléen de congestion de type 1, par exemple dans le traducteur (qui signale donc en interne que la sortie qui est emprunté par le canal virtuel considéré est en voie de congestion). Cette information est également émise vers le noeud amont correspondant au canal logique sur lequel on a reçu la cellule, sous la forme d'un indicateur de congestion IC, par exemple par l'intermédiaire d'une cellule émise spécifiquement à cet effet.

La réception de l'indicateur de congestion IC dans un noeud provoque la mise à la valeur maximum d'un indicateur (par exemple de type entier naturel) de congestion de type 2, associé (par exemple dans le traducteur) au canal virtuel ayant rencontré la congestion de type 1 dans le noeud aval. Cet indicateur signale donc que le chemin est saturé en aval. Chaque noeud émet de façon cyclique vers l'amont la valeur des indicateurs de congestion IC (positionné ou non) correspondant à chacun des canaux logiques. Chaque noeud décrémente de façon cyclique les indications de congestion de type 2 dont la valeur est non nulle (par exemple). Les cellules appartenant à un canal logique dont l'indicateur de type 2 n'est pas à la valeur 0 (par exemple) sont bloquées. Lorsque la file d'attente d'un noeud congestionné redescend au niveau du seuil bas SB, l'indicateur de congestion de type 1 est positionné à "non congestionné". Ce changement d'état est transmis vers les noeuds amont, qui positionnent alors le compteur de congestion de type 2 à sa valeur minimale (par exemple 0).

L'indicateur de congestion IC est ensuite propagé de proche en proche de la manière représentée à la figure 4 sur l'ensemble des noeuds amonts par où a été transmis la cellule afin d'être mémorisée dans chacune des zones VC_i des traducteurs correspondants.

Cette mémorisation permet le signalement dans les noeuds du réseau des canaux virtuels en congestion qui leur sont rattachés.

Une variante consiste pour un noeud donné à informer cycliquement les noeuds amont non seulement de l'état de congestion de type 1 (IC) tel que décrit plus haut, mais aussi de l'état de congestion de type 2, de telle

façon que les dits noeuds amont bloquent à leur tour le trafic sur les canaux logiques concernés.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour le contrôle de congestion des échanges sporadiques de paquets de données dans un réseau (5) de transmission numérique, chaque paquet étant composé d'un entête (7-11) permettant de l'identifier et de le guider à travers des canaux virtuels (VCI) et d'une partie contenant des informations à véhiculer, caractérisé en ce qu'il consiste au niveau de chaque noeud (4_1-4_N) du réseau à détecter les canaux en congestion et à transmettre, sur les noeuds placés en amont relatifs à chaque canal virtuel détecté en congestion, un indicateur de congestion (IC) pour bloquer les communications sur ce canal tant que la congestion constatée par un noeud sur ce canal n'est pas résorbée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à identifier chaque canal virtuel (VCI) en congestion par une valeur de compte prédéterminée et à émettre cycliquement des indicateurs de congestion sur les noeuds correspondants pour ramener la valeur du compteur à zéro et permettre le rétablissement des communications sur le canal.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur de compte est décrémentée périodiquement en l'absence d'information explicite venant des autres noeuds.

4. Dispositif pour le contrôle de congestion des échanges sporadiques de paquets de données dans un réseau de transmission numérique, chaque paquet de données étant composé d'un entête (7-11) permettant de l'identifier et de le guider à travers des canaux virtuels et d'une partie contenant des informations à véhiculer, le réseau de transmission numérique étant composé de noeuds de transmission communiquant entre eux sur des artères de transmission (6_j), caractérisé en ce qu'il comprend, dans chaque noeud (4_1-4_N) du réseau, un circuit de brassage (12) pour distribuer sur des artères sortantes les paquets de données appliqués sur les artères entrantes du noeud de transmission et un ensemble de registres organisés en piles interposés entre le brasseur et les artères sortantes, pour placer les paquets de données à transmettre en file d'attente et indiquer, en mesurant (SH) la longueur de chaque file d'attente, les canaux virtuels de transmission en congestion.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque registre comprend un capteur de remplissage à deux seuils haut (SH) et bas (SB).

5 6. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque noeud (4_1-4_N) comprend un traducteur pour la mise à jour de l'entête (4-11) des paquets de données à transmettre et inscrire les canaux virtuels en congestion au reçu d'indicateur de congestion (IC) fourni par les capteurs de remplissage, (SH) des noeuds placés en aval.

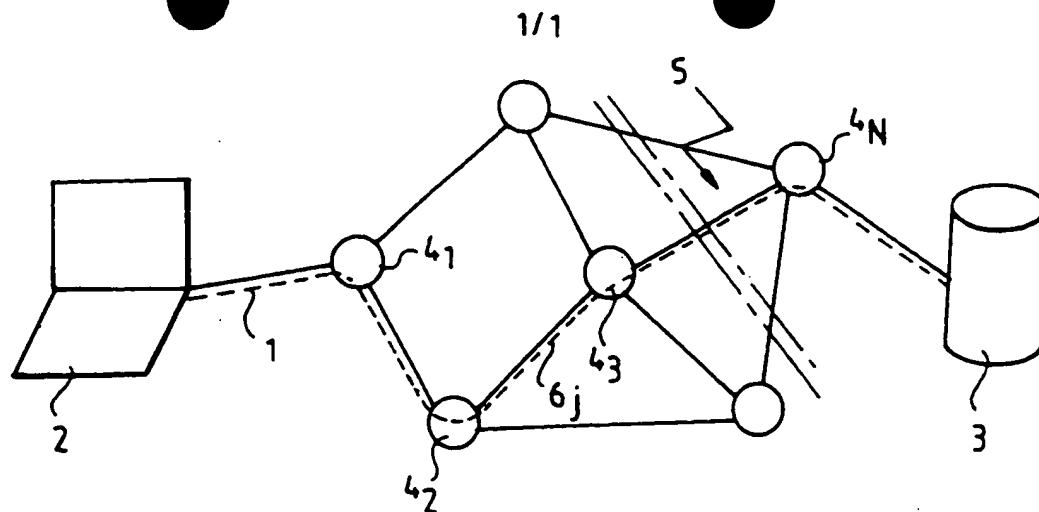


FIG. 1

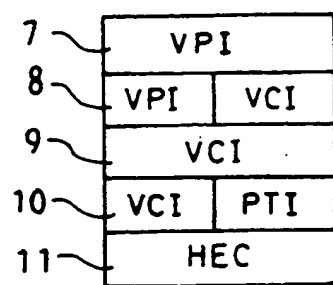


FIG. 2

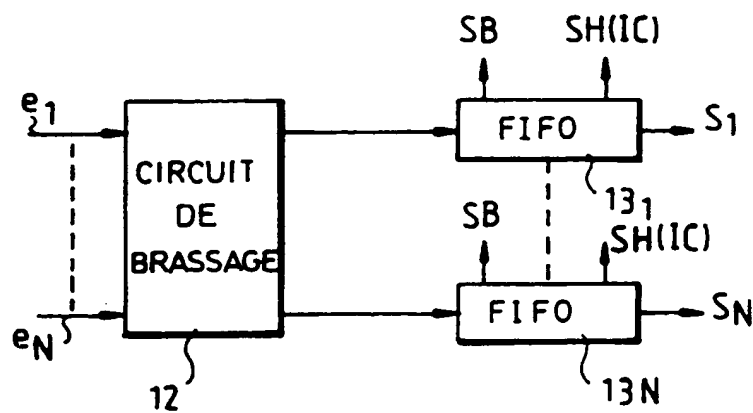


FIG. 3

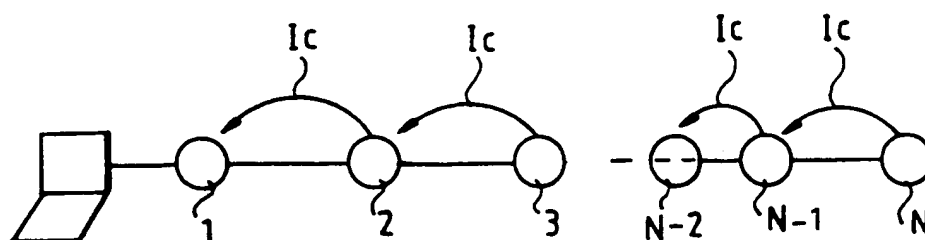


FIG. 4

INSTITUT NATIONAL

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 510505
FR 9412105

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	INTERNATIONAL SWITCHING SYMPOSIUM 1992. 'DIVERSIFICATION AND INTEGRATION OF NETWORKS AND SWITCHING TECHNOLOGIES TOWARDS THE 21ST CENTURY' PROCEEDINGS, YOKOHAMA, JAPAN, 25-30 OCT. 1992, 1992, TOKYO, JAPAN, INST. ELECTRON. INF. COMMUN. ENG, JAPAN, pages 229-233 vol.1, CHAO H J 'A general architecture for link-layer congestion control in ATM networks' * page 230, colonne de gauche, ligne 25 - ligne 55 *	1-6
A	--- IEEE IN HOUSTON. GLOBECOM '93. IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE, INCLUDING A COMMUNICATIONS THEORY MINI-CONFERENCE. TECHNICAL PROGRAM CONFERENCE RECORD (CAT. NO.93CH3250-8), PROCEEDINGS OF GLOBECOM '93. IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERE, ISBN 0-7803-0917-0, 1993, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, pages 719-723 vol.2, XP 000427904 NEWMAN P 'Backward explicit congestion notification for ATM local area networks' * page 719, colonne de droite, ligne 44 - page 720, colonne de gauche, ligne 18; figure 1 * --- -/--	2-5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H04L H04Q
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
20 Juin 1995		Veen, G
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite D : divulgation intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>.....</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>		

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	ICC 91. INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS CONFERENCE RECORD (CAT. NO.91CH2984-3), DENVER, CO, USA, 23-26 JUNE 1991, ISBN 0-7803-0006-8, 1991, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, pages 180-187 vol.1, XP 000269399 CHAO H J 'Design of leaky bucket access control schemes in ATM networks' * page 181, colonne de gauche, ligne 8 - ligne 31 * -----	3,5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
20 Juin 1995		Veen, G
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1
EPO FORM 1500 (04.92) (P04.CU)